PubliCE, (PubliCE) 2002

Research

La Ingesta de Carbohidratos y Electrolitos no tiene Efectos sobre el Rendimiento en una Carrera de Alta Intensidad o sobre los Metabolitos Sanguíneos

E. M Robinson[1,2], L. B Graham[2], J. Moncada[1], B. Jensen[1], M. Jones[1] y Samuel A Headley[1]

[1]*Springfield Collage, Department of Exercise Science and Sport Studies, Springfield , MA.*
[2]*Bridgewater State Collage, Department of Movement Arts, Health Promotion and Leisure Studies and Department of Secondary Education, Bridgewater, MA.*

RESUMEN

Este estudio fue diseñado para explorar los efectos de la ingesta de una solución a base de carbohidratos y electrolitos (CE) sobre el tiempo hasta el agotamiento durante una carrera en cinta rodante. Luego de 12 horas de ayuno, los corredores de nivel competitivo (n=10) (media±DE; edad 24.10±4.31 años, masa corporal 74.27±19.51 kg, VO_2 pico de 65.51±7.19 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$), provenientes del oeste de Massachussets, realizaron dos protocolos de carrera hasta el agotamiento, separadas por un período de una semana, al 100% del pico de VO_2. Sesenta minutos antes de la prueba, los sujetos ingirieron la bebida CE o una bebida placebo (PL). Fueron estudiadas la glucosa, el lactato, el amonio, el índice de intercambio respiratorio (RER) y la escala de Borg para el índice de esfuerzo percibido (RPE) mediante el análisis de varianza (ANOVA) 2x3 para mediciones repetidas, analizando cada variable por separado. El efecto de interacción no fue significativo ($p>0.05$) para ninguna de las variables. Los principales efectos para el tiempo fueron significativos ($p<0.05$) para el lactato, para el RER y para el RPE. Los valores de lactato, RER y RPE fueron mayores al finalizar la carrera en comparación con los valores observados en reposo y post entrada en calor. No se hallaron diferencias para la glucosa o para el amonio. Para comparar los tiempos hasta el agotamiento se utilizó la prueba t para mediciones repetidas. El tiempo hasta el agotamiento no fue significativamente mayor ($p>0.05$) durante la prueba con administración de CE. En conclusión, el tiempo hasta el agotamiento corriendo al 100% del pico de VO_2 no mejoró con el consumo de una bebida a base de CE antes de la carrera.

Palabras Clave: agotamiento, glucosa, lactato, amonio, rer, rpe

INTRODUCCION

El comienzo de la fatiga puede ser demorado por medio de diferentes variables externas, tal como la ingesta de suplementos a base de carbohidratos. Una de las causas más reconocidas de la fatiga es la reducción en la disponibilidad

de carbohidratos para la oxidación. Los investigadores (1, 3, 4) han examinado los efectos de la suplementación con carbohidratos sobre el ejercicio de resistencia de más de 90 min de duración. De esta manera, la fatiga ocurre principalmente en las últimas etapas del ejercicio de resistencia prolongado cuando las concentraciones de sustratos no están fácilmente disponibles para aprovisionar el tejido muscular. Recientemente, se ha expuesto la posibilidad de mejorar el rendimiento anaeróbico a través de la suplementación con carbohidratos durante el ejercicio (5, 6-9).

La relativa disponibilidad de glucosa en la sangre y de glucógeno en los músculos activos son los factores limitantes cuando se determina la capacidad de resistencia en ejercicios de resistencia de alta intensidad (10, 11). Para el atleta de resistencia, uno de los parámetros que contribuye al éxito en una competencia y para la realización de un alto volumen de entrenamiento es la disponibilidad de carbohidratos como fuente energética. Luego de una noche de ayuno, los niveles hepáticos de glucosa disminuyen o se depletan, lo cual compromete la capacidad del cuerpo para regular la concentración sanguínea de glucosa (10). La reducción en los niveles de glucosa en el estado de ayuno contribuye al comienzo temprano de la fatiga durante el ejercicio de resistencia. La ingesta de carbohidratos durante el ejercicio prolongado de alta intensidad puede mejorar el rendimiento al incrementar los niveles de glucosa plasmática, al reducir el comienzo temprano de la fatiga (4).

Durante la década pasada la mayoría de los investigadores en el área de la suplementación con carbohidratos se han concentrado en eventos de resistencia de más de 90 min de duración. Sin embargo, hay una gran necesidad de estudiar efectivamente los parámetros metabólicos que existen durante ejercicios de corta duración y alta intensidad, y establecer si la ingesta de carbohidratos produce un efecto ergogénico, similar o diferente del observado en los ejercicios de resistencia.

Hemos hipotetizado que durante una carrera de alta intensidad hasta el agotamiento, la capacidad de esprint de los corredores se vería mejorada debido a la influencia de la suplementación con carbohidratos en comparación con la condición de no suplementación.

METODOS

Sujetos

Los sujetos de este estudio fueron 10 corredores de nivel competitivo de sexo masculino. Los sujetos tenían entre 18 y 36 años de edad, corrían un mínimo de 25 millas/semana, tenían un pico de VO_2 de por lo menos 55 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, y fueron reclutados en varios clubes de carrera del oeste de Massachusetts. Se requirió que los sujetos se adhirieran a los lineamientos establecidos en los procedimientos de evaluación.

Procedimientos de Evaluación

El peso corporal (kg) y la talla (cm) fueron medidos con una balanza Detecto™. La frecuencia cardíaca fue medida con un monitor de frecuencia cardíaca Polar™ Vantage XL Heart Rate Monitor (Modelo # 45900, Stamford, CT). El índice de esfuerzo percibido (RPE) fue medido con la escala de Borg de 15 puntos (14).

Los valores de oxígeno consumido (VO_2) y de dióxido de carbono espirado (VCO_2) fueron medidos a partir del aire espirado utilizando un sistema de medición del metabolismo SensorMedics (2900 System, Yorba Linda, CA). Los niveles plasmáticos de glucosa fueron medidos utilizando el método de espectrofotometría enzimática descripto por Sigma Diagnostics (número de ensayo G-5767). Los niveles sanguíneos de lactato fueron medidos utilizando el analizador de lactato YSI (Model 1500-L, Yellow Springs, OH). Los niveles plasmáticos de amonio fueron medidos utilizando el método de espectrofotometría enzimática descripto por Sigma Diagnostics (número de análisis 171-UV). El tiempo hasta el agotamiento fue medido de acuerdo con el protocolo de Robinson, Graham y Headley (21), y fue medido desde el momento en que los sujetos quitaban sus manos de la baranda de seguridad para comenzar a correr hasta que las volvían a colocar en las barandas de seguridad para finalizar la carrera.

Procedimientos

Se requirió que los sujetos participaran en tres días de evaluación. Antes de la evaluación, se les dio a los sujetos un documento de informe de consentimiento para que completaran, así como también un cuestionario acerca de su historia médica y un resumen de medicamentos y drogas. También se les pidió a los sujetos que llevaran un diario detallado de entrenamiento, y un diario dietario de cada día previo a las sesiones de evaluación. Se les pidió a los sujetos que, antes de cada prueba, mantuvieran regímenes similares de entrenamiento y alimentación. Los análisis dietarios fueron llevados a

cabo utilizando el programa de Nutrición Mosby NutriTrac, calculando las calorías totales, y los gramos y porcentajes de carbohidratos, proteínas y grasas.

El primer día de evaluación consistió en la realización de un test para la medición del pico de consumo de oxígeno (VO_2 pico) (19) para valorar la capacidad aeróbica de los sujetos por medio de calorimetría indirecta. El test de VO_2 pico fue utilizado para establecer el 100% del VO_2 pico para las pruebas de carrera. El test de VO_2 pico comenzó con una inclinación de 0% con una velocidad de carrera de 4.0 millas/hora durante 1 minuto, incremetando la velocidad hasta las 5 millas/hora a partir del minuto 1-2, y a partir de allí la velocidad se incrementó cada un minuto hasta alcanzar las 9 millas/hora en el minuto 6. A partir de aquí se incrementó el porcentaje de inclinación en 1%/min hasta que se alcanzaba el VO_2 pico, el cual se definió como el mayor valor de VO_2 medido durante el test. El valor pico estuvo asociado con un índice de intercambio respiratorio mayor a 1.0, con un pico de frecuencia cardíaca comparable al máximo estimado a partir de la edad, y con una estabilización en el VO_2 con el cambio de la carga de trabajo (16). El segundo y tercer día de evaluación fueron pruebas doble ciego, idénticas y equiparadas, utilizando 500 mL de suplemento a base de carbohidratos y electrolitos con sabor a lima limón (solución al 6%, Gatorade, CE) o una bebida placebo (Gatorade, PL). Ambas bebidas fueron fabricadas y donadas por la Compañía Gatorade (Gatorade, Barrington, IL). Las bebidas fueron consumidas a temperatura de refrigerador y de acuerdo con las normas establecidas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) (2): 500 mL 1h antes del ejercicio.

Antes de las pruebas, cada sujeto realizó dos carreras de práctica sobre la cinta rondate para familiarizarse con el protocolo de carrera. Cada sujeto realizó una entrada en calor al 75% del VO_2 pico durante 15 minutos. Luego de la entrada en calor los sujetos tuvieron un período de descanso de 5 minutos. Luego del descanso, cada sujeto corrió al 100% del VO_2 pico hasta el agotamiento, con un período de una semana entre cada prueba. A los sujetos no se les permitió utilizar reloj de muñeca durante las pruebas. El analizador de gases fue calibrado antes de cada sesión.

La glucosa plasmática (15), el lactato sanguíneo (16), el amonio plasmático (17), y el RER (13) fueron medidos en cada prueba en reposo antes de la entrada en calor, luego de 15 min de la entrada en calor, y después de que los sujetos llegaran al agotamiento. La sangre se recolectó por medio de la técnica de punción de una vena y fue analizada por duplicado. El índice de esfuerzo percibido (RPE) fue medido utilizando la escala de Borg de 15 puntos (14) en cada prueba, después de los 15 minutos de entrada en calor y después del agotamiento.

Análisis Estadísticos

Los resultados obtenidos para el tiempo hasta el agotamiento, que fue la variable dependiente, fueron analizados utilizando la prueba t para mediciones repetidas. Para el análisis de las variables dependientes, glucosa, lactato, amonio y RER se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) 2x3 (bebida x tiempo). Para analizar los datos del RPE luego de los 15 minutos de entrada en calor y después del agotamiento se utilizó el análisis de varianza ANOVA para mediciones repetidas 2x2 (bebida x tiempo). La significancia estadística fue aceptada a $p<0.05$, y todos los análisis fueron llevados a cabo utilizando el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) (20).

RESULTADOS

Los sujetos de este estudio eran corredores de nivel competitivo de sexo masculino de entre 18 y 36 años de edad, provenientes del oeste de Massachusetts. La estadística descriptiva de los sujetos y los datos fisiológicos se presentan en la Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente. Para describir más eficientemente los resultados del estudio, estos se presentan en dos subsecciones: (a) análisis del tiempo hasta el agotamiento; y (b) análisis de las variables fisiológicas.

Edad (años)	VO2 pico ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$)	Peso (Kg)
24.10±4.31	65.51±7.19	74.27±19.51

Tabla 1. *Características descriptivas de los sujetos.*

Los valores del tiempo medio hasta el agotamiento con el consumo de la bebida CE y los valores del tiempo medio hasta el

agotamiento con el consumo de PL no fueron significativamente diferentes, t=1.24, Tabla t (9)=±2.26, p>0.05. Los valores del tiempo medio hasta el agotamiento se presentan en la Figura 1.

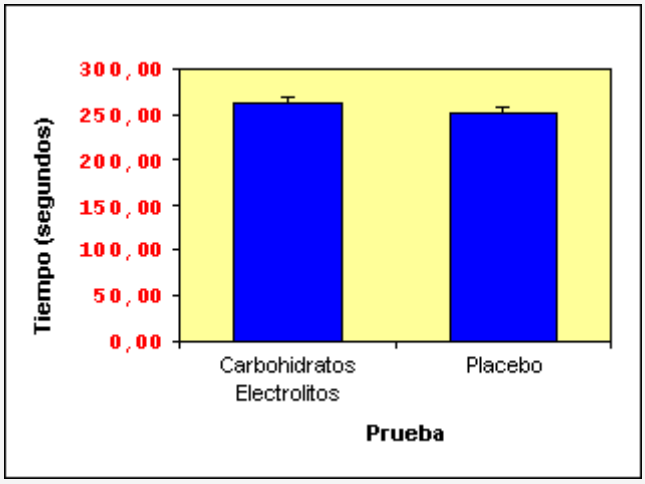


Figura 1. *Tiempos hasta el agotamiento (s) para las pruebas con CE y con PL*

Variables Fisiológicas

Los datos para todas las variables fisiológicas se presentan en la Tabla 2. Para la glucosa y el amonio sanguíneos no se hallaron interacciones significativas bebida x tiempo, efectos principales de la bebida o efectos principales del tiempo. Para el lactato, el RER y el RPE se hallaron efectos significativos del tiempo. Los valores medios de lactato, RER y RPE en el período de 15 minutos no fueron significativamente diferentes (p>0.05) de los valores observados en reposo. Sin embargo, los valores al final de la prueba fueron significativamente mayores (p<0.05) que el promedio de las medias de los valores observados en reposo y en el período de 15 minutos.

Variable	Reposo	15-min	Agotamiento
Glucosa (CE)	89.40±6.64	90.30±5.85	88.60±4.33
Glucosa (PL)	87.70±3.06	83.30±.64	96.20±8.36
Lactato (CE)	1.16±0.21	1.37±0.26	7.53±0.42
Lactato (PL)	1.11±0.14	1.54±0.26	7.39±0.48
Amonio (CE)	113.00±15.25	150.90±17.98	175.10±17.26
Amonio (PL)	182.60±25.22	177.00±17.96	183.30±21.75
RER (CE)	0.90±0.04	0.98±0.04	1.17±0.04
RER (PL)	0.90±0.03	0.92±0.02	1.15±0.04
RPE (CE)		3.40±0.73	9.30±0.26
RPE (PL)		2.70±0.65	9.10±0.38

Tabla 2. *Datos fisiológicos de los corredores varones luego de correr hasta el agotamiento durante las pruebas con CE y con PL. CE=Carbohidratos–Electrolitos, Glucosa (mg/100 mL); Lactato (mmol/L); Amonio (µmol/L).*

DISCUSION

La presente investigación fue diseñada para determinar si la suplementación con una bebida a base de carbohidratos y electrolitos antes de la realización de una carrera de alta intensidad incrementaría el tiempo hasta el agotamiento en

corredores de nivel competitivo. Las variables que fueron examinadas incluyeron el tiempo hasta el agotamiento, la glucosa plasmática, el amonio plasmático, el índice de intercambio respiratorio (RER) y el índice de esfuerzo percibido (RPE).

El principal hallazgo de esta investigación fue que el rendimiento en carreras de alta intensidad no se vio mejorado luego de la suplementación con una bebida a base de carbohidratos y electrolitos. También se obtuvieron hallazgos fisiológicos secundarios, los cuales clarificaron la naturaleza intensa del protocolo. Los valores de lactato, RER y RPE fueron mayores al final de la carrera hasta el agotamiento en comparación con los valores observados en reposo y post entrada en calor. Sin embargo, los valores de glucosa y amonio no variaron a lo largo las tres pruebas.

El protocolo de carrera utilizado en este estudio fue el protocolo propuesto por Robinson (21). Robinson et al. (21) examinaron la estabilidad del coeficiente test-retest para evaluar la consistencia de los tiempos para el protocolo de carrera hasta el agotamiento. La confiabilidad estimada en el estudio fue de 0.993 utilizando 5 sujetos. De esta manera, el hecho de que no se observaron diferencias entre los dos tests de carrera hasta el agotamiento probablemente no se debió a errores de medición.

Este estudio constituye una de las primeras investigaciones en donde se valoraron los efectos de la ingesta de carbohidratos sobre la máxima capacidad de carrera conjuntamente con mediciones de glucosa, lactato, amonio, RER y RPE. Los efectos de la suplementación con CE sobre carreras de alta intensidad y sobre carreras de intensidad submáxima han sido investigados por otros investigadores; sin embargo, Robinson et al. y Pizza et al. (21, 9) fueron los únicos investigadores que examinaron carreras hasta el agotamiento a la capacidad pico. Pizza et al. (9) reportaron que el rendimiento en carreras de alta intensidad y corta duración se mejoraba luego de un protocolo de carga de carbohidratos. Pizza et al. (9) no utilizaron un protocolo de suplementación con bebidas, sino que en cambio, su estudio implicó la manipulación dietaria en múltiples días, utilizando una dieta alta en carbohidratos o una dieta mixta. Tsintzas et al. (22) reportaron que en carreras hasta el agotamiento, el tiempo de carrera fue mayor en la prueba donde hubo suplementación con carbohidratos y electrolitos en comparación con la prueba PL. Bell et al. (22) reportaron que el rendimiento en carreras de velocidad luego de 50 min de ciclismo era mejorado por la suplementación con una bebida a base de carbohidratos y electrolitos. Jarvis (8) estudió a ciclistas para determinar si la alimentación intermitente con un suplemento a base de carbohidratos y electrolitos podía mejorar el rendimiento de esprint de mujeres ciclistas durante dos series de ciclismo de alta intensidad (80% del VO_2 máx.) de 50 minutos de duración, una con ingesta de un suplemento con el 7% de carbohidratos y electrolitos, y otra con un placebo “Crystal Ligth”. En concordancia con los resultados del presente estudio, Jarvis (8) halló que la ingesta de carbohidratos y electrolitos no incrementaba significativamente el rendimiento de esprint de las mujeres ciclistas luego de 50 minutos de ciclismo de alta intensidad. Sin embargo, estos investigadores, no examinaron una serie de ejercicio máximo hasta el agotamiento, en donde el agotamiento se determinara individualmente.

Los sujetos en la presente investigación eran corredores de nivel competitivo que estaban conscientes de los efectos ergogénicos de la suplementación con carbohidratos sobre el rendimiento de carrera. La evidencia que proporcionan los valores similares de glucosa entre las pruebas y entre los distintos períodos de tiempo sugiere que la naturaleza de alta intensidad de la actividad no permite que transcurra el tiempo suficiente como para observar una interacción entre la bebida y los períodos de tiempo. Aunque la glucosa es el combustible principal durante el ejercicio de alta intensidad y corta duración, y se ha demostrado que la depleción del glucógeno está relacionada con el comienzo de la fatiga (4), el tiempo implicado en el protocolo de carrera hasta el agotamiento no fue suficientemente largo como para provocar la depleción de las reservas de glucosa y glucógeno en sangre, músculos e hígado. La depleción del glucógeno o la hipoglucemia no fue responsable del comienzo de la fatiga, y por lo tanto esta debió establecerse por otro mecanismo.

Williams (2) expresó que la fatiga es la incapacidad para continuar con el ejercicio al nivel de intensidad deseado, y puede tener un origen tanto central como periférico. La fatiga está vinculada tanto con la intensidad como con la duración del ejercicio, y por lo tanto está asociada con una reducción en los niveles de fosfocreatina (PC), de glucógeno muscular, de glucosa sanguínea y con una reducción del volumen sanguíneo (7). Algunos otros mecanismos asociados con la fatiga incluyen la acumulación de lactato, de amonio, la disminución del pH, el aumento de fosfatos inorgánicos, la perdida de potasio muscular y el incremento de la concentración de serotonina en el cerebro.

Los sujetos en el presente estudio corrieron hasta el agotamiento voluntario, y por lo tanto la fatiga se estableció por algún otro mecanismo diferente a la depleción del glucógeno. Aunque muchos fenómenos tienen lugar durante el proceso de la fatiga, la causa probable de la fatiga durante esta investigación con ejercicios de alta intensidad fue la perturbación del metabolismo celular (7). Aunque la depleción de la PC puede estar relacionada con la incapacidad para sostener una alta producción de fuerza durante ejercicios extremadamente intensos, la perturbación celular puede ser atribuible a una mayor dependencia de la producción glucolítica del ATP y a la acidosis metabólica asociada.

Los sujetos en este estudio tuvieron niveles de lactato que estuvieron en un intervalo de 1.0 en el reposo hasta más de 8.0

mmol/L en el momento del agotamiento. Niveles de lactato mayores de 6.0 mmol/L pueden ser suficientemente altos como para contribuir a la fatiga (16, 2). Los altos niveles de lactato coinciden con el incremento en la acumulación de protones, lo cual a su vez puede potencialmente inhibir a la enzima fosfofructoquinasa (PFK) dentro del músculo, y de esta manera retardar la glucólisis. Este incremento en la acidez también inactiva algunas de las enzimas clave involucradas en la transferencia de energía y también inhibe la contractilidad muscular (23, 16).

De manera similar a la acumulación de lactato, el incremento en los niveles de amonio también ha sido asociado con la fatiga (23, 24). Los sujetos en el presente estudio tuvieron altos niveles de amonio plasmático (mayor a 180 µmol/L). Roeykens et al. (24) reportaron altos niveles de amonio al final de un test progresivo máximo de ejercicio, y también postularon que el aumento en los niveles de amonio estaba posiblemente asociado con la fatiga. La suplementación con carbohidratos y electrolitos no tiene efectos sobre los niveles de amonio; sin embargo, el amonio puede haber sido un factor que contribuyo a la fatiga a esta intensidad de ejercicio.

Una de las posibles causas de la fatiga puede ser explicada por medio de la hipótesis de la fatiga central (7). La hipótesis de la fatiga central sugiere que el incremento en la concentración de serotonina en el cerebro puede causar el deterioro del rendimiento durante el ejercicio. Una baja concentración plasmática de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) (leucina, isoleucina y valina) permite que el triptofano, un aminoácido más pequeño, cruce la barrera sangre-cerebro y sea convertido en serotonina. Se ha demostrado que altos niveles de serotonina reducen la ansiedad, produce una sensación de relajación y en relación con el rendimiento pueden reducir el tiempo hasta la fatiga (7). En relación a la sensación general de fatiga, los valores de RPE no fueron diferentes entre las pruebas, por lo tanto la percepción de trabajo no fue diferente cuando se consumió CE o PL.

En conclusión, el tiempo hasta el agotamiento durante una carrera máxima no se incrementa cuando corredores de nivel competitivo son suplementados con una bebida a base de carbohidratos y electrolitos. Por lo tanto, los corredores que realizan carreras de alta intensidad y corta duración no obtendrán ningún beneficio si realizan un régimen de suplementación a base de carbohidratos y electrolitos antes de la carrera.

Agradecimientos

Las bebidas a base de carbohidratos y electrolitos y el placebo fueron donados y fabricados por el Instituto Gatorade de Ciencias del Deporte. Este estudio fue institucionalmente respaldado por la Escuela de Graduados del Springfield College, Springfield MA.

Dirección para el envío de correspondencia

Ellyn Robinson, D.P.E., CSCS, CPT, Bridgewater State College, Department of Movement Arts, Health Promotions and Leisure Studies, Kelly Gymnasium, Bridgewater, MA 02325; Teléfono: 508-531-2055; Fax: 508-531-1717; correo electrónico: erobinson@bridgew.edu

REFERENCIAS

1. Coggan, A.R., and E.F. Coyle (1987). Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. *J. of Appl. Physiol; 63(6):2388 2395*
2. Williams, M.H (1987). The Use of Nutritional Ergogenic Aids in Sports: is it an Ethical Issue?. *Int. J. Sport Nutr; 4(1): 120 131*
3. Coggan, A.R., and E.F. Coyle (1989). Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise. *Med. Sci. Sports Exerc; 21(1): 59 65*
4. Coggan, A.R., and S.C. Swanson (1992). Nutritional manipulations before and during endurance exercise: Effects on performance. *Med. Sci. Sports Exerc; 24(9): S331 S335*
5. Ball, T.C., S.A Headley, P.M Vanderburg, and J.C. Smith (1995). Periodic carbohydrate replacement during 50 minutes of high intensity cycling improves subsequent sprint performance. *Int. J. Sport Nutr; 5:151 158*
6. Below, P.R., R. Mora-Rodriguez, J. Gonzalez-Alonso, and E.F. Coyle (1995). Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 hr of intense exercise. *Med. Sci. Sports Exerc. 1995; 27(2): 200 210*
7. Davis, J.M (1995). Carbohydrates, branched-chain amino acids, and endurance: The central fatigue hypothesis. *Int. J. Sport Nutr; 5:S29-S38*
8. Jarvis, A.T (1996). The effect of carbohydrate feeding on the sprint performance of female cyclists following 50 minutes of high intensity exercise. *Unpublished master's thesis, Springfield College, Springfield, MA*
9. Robinson, F.X., M.G. Flynn, B.D. Duscha, J. Holden, and E.R. Kubitz (1995). A carbohydrate loading regime improves high intensity, short duration exercise performance. *Int. J. Sport Nutr; 5(2): 110-116*
10. Bergstrom, J., L. Hermansen, E. Hultman, and B. Saltin (1967). Diet, muscle glycogen, and physical performance. *Acta Physiol.*

Scand; 71:140 150
11. Coggan, A.R., and E.F. Coyle (1988). Effect of carbohydrate feedings during high-intensity exercise. *J. of Appl Physiol; 65(4): 1703 1709*
12. Hermansen, C., E. Hultman, and B. Saltin (1967). Muscle glycogen during prolonged severe exercise. *Acta Physiol. Scand; 71:129 139*
13. Astrand, P.O., and K. Rodahl (1986). Textbook of work physiology: Physiological basis of exercise (3rd ed.). *New York: McGraw-Hill*
14. Borg, G (1973). Perceived exertion: A note on history and methods. *Med. Sci. Sports Exerc. 5:90-93*
15. Trinder, P (1969). Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Annals Clin. Biochem; 6:24*
16. Brooks, G.A., T.D. Fahey, T.P. White, and K.M. Baldwin (2000). Exercise physiology, human bioenergetics and its applications (3rd ed.). *Mountain View, CA: Mayfield*
17. Mondzac, A., G.E. Ehrlich, and G.E. Seegmiller (1965). An enzymatic determination of ammonia in biological fluids. *J. Lab. Clin. Med; 66:526*
18. Ibanez, J., T. Pullman, E. Gorostiaga, A. Postigo, and A. Mero (1995). Blood lactate and ammonia in short-term anaerobic work following induced alkalosis. *J. Sports Med. and Physical Fitness; 35(3):187-193*
19. McConnell, T.R (1988). Practical considerations in testing the O2max in runners. *Sports Med; 5:57-68*
20. Statistical Package for Social Sciences (SPSS) (2001). SPSS advanced statistics 10.0. *Chicago, IL: SPSS*
21. Robinson, E.M., L.B. Graham, and S.A. Headley (2001). Sprint performance: The reliability of a run to exhaustion. *J Exercise Physiol online. May 4(2): 6-9*
22. Tsintzas, O.K., C. Williams, W. Wilson, and J. Burrin (1996). Influence of carbohydrate supplementation early in exercise on endurance running capacity. *Med. Sci. Sports Exerc; 28(11):1373 1379*
23. Ament, W., J.R. Huizenga, G.A. Mook, C.H. Gips, and G.J. Verkerke (1997). Lactate and ammonia concentration in blood and sweat during incremental cycle ergometer exercise. *Int. J. Sport Nutr; 18(1): 35-39*
24. Roeykens, J., L. Magnus, R. Rogers, R. Meeusen, and K. DeMeirleir (1998). Blood ammonia - heart rate relationship during graded exercise is not influenced by glycogen completion. *Int. J. Sports Med; 19(1):26-31*

Cita Original

Robinson, E. M., L.B. Graham, J. Moncada, B. Jensen, M. Jones and S. A. Headley. Carbohydrate-Electrolyte Ingestion has No Effect on High Intensity Running Performance or Blood Metabolites. JEPonline; 5 (1): 49-55, 2002.